

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В ВАКУУМ-ОСЦИЛЛИРУЮЩЕЙ СУШКЕ ДРЕВЕСИНЫ

Мухаметзянов Ш.Р., Сафин Р.Р.

*Казанский национальный исследовательский технологический университет
joker775.87@mail.ru*

Одним из основных технологических процессов, оказывающих влияние на качество, себестоимость продукции и продолжительность производственного цикла на деревообрабатывающих предприятиях является сушка древесины. Современные тенденции совершенствования сушильного оборудования носят в последнее время не только эволюционный характер, направленный на улучшение характеристик действующего комплекса, но и революционный, принципиальным образом устраняющий недостатки существующих технологий. Результаты теоретических и экспериментальных исследований показали, что вакуумно-осциллирующий способ обезвоживания продуктов позволяет вести высокоинтенсивный процесс сушки при невысокой температуре среды и при сохранении всех природных свойств материала.

Особенностью разработанной сушильной камеры (рисунок) является конденсационная установка (тепловой насос), позволяющая осуществлять нагрев материалов в одной камере за счет тепла, отведенного из другой камеры на стадии вакуумирования, что позволяет существенно снизить энергозатраты на процесс сушки продуктов и отказаться от использования массивных емкостей для испарительного охлаждения хладагента конденсатора.

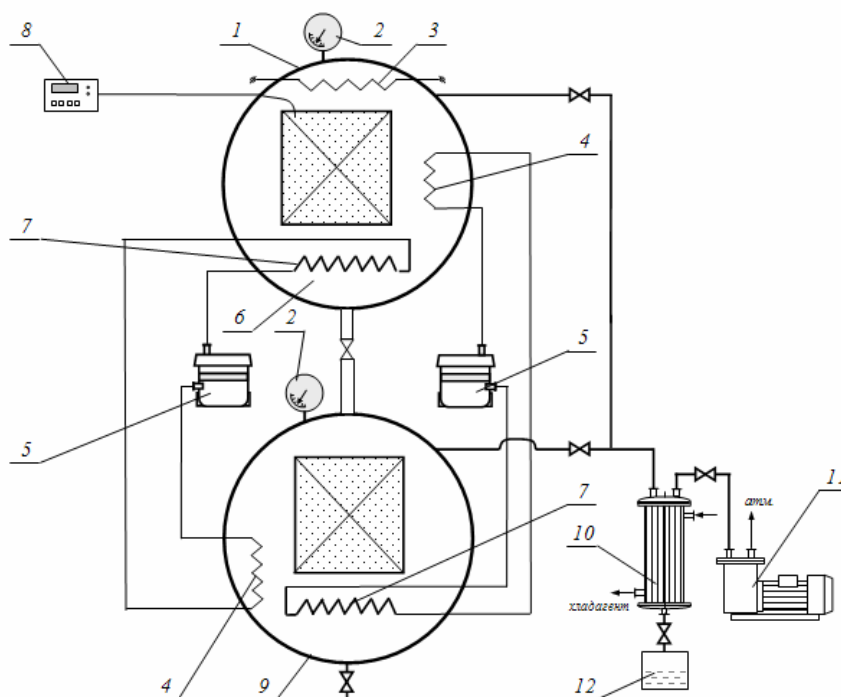
Сушильный комплекс включает два герметичных корпуса 1 и 9, с установленными внутри каждого из них калориферами 3, 7, конденсатором 10, вакуум-насосом 11, конденсационным оборудованием, включающим два компрессора 5.

На процесс передачи тепловой энергии из одной камеры в другую с помощью конденсационного оборудования затрачивается меньшее количество энергии, чем величина передаваемой энергии, поэтому процесс прогрева материалов протекает при меньших энергозатратах. Так, на передачу тепловой энергии в 2,5 кВт·ч из одной камеры в другую конденсационным оборудованием затрачивается 0,8 кВт·ч. Кроме того, установка конденсационного оборудования позволяет избежать дополнительных затрат на охлаждение хладагента для конденсатора.

В качестве образца для исследования вакуумно-осциллирующей сушки на разработанной установке была выбрана древесная опилка и щепа.

Сушку материалов проводили вакуумно-кондуктивным способом в осциллирующем режиме и при стационарном вакууме. При этом в качестве нагревательных элементов использовалась плита специальной конструкции, представляющая собой металлическую пластину с установленными в ней змеевиковыми нагревателями. После загрузки высушиваемого материала 13 (см. рисунок) в первую камеру 1 начинается стадия прогрева, для этого предварительно производится откачка инертного газа (воздуха) из рабочей полости аппарата. Одновременно включается калорифер 3. После завершения стадии прогрева продук-

та в камере 1 включением конденсатора 6 начинается стадия вакуумирования. Для этого в работу включается компрессор 10, который производит сжатие паров хладагента до заданного состояния и нагнетает сжатый (а, значит, нагретый) хладагент в калорифер 4 другой камеры, где производится конденсация его паров, вследствие передачи тепла в камеру сушки. Далее остывший хладагент проходит через дроссельный вентиль, где адиабатически расширяется и приобретает температуру, соответствующую давлению испарения.



Структурная схема вакуумно-осциллирующей суши:

1 – верхняя камера; 2 – манометр; 3 – электронагреватель; 4 – испаритель;
5 – компрессор; 6 – материал; 7 – нагревательный элемент (конденсатор); 8 – датчик температуры; 9 – нижняя камера; 10 – конденсатор; 11 – вакуумный насос; 12 – емкость

После чего жидкий хладагент испаряется при постоянной температуре в испарителе первой камеры, отнимая из нее тепловую энергию.

Таким образом, начинается стадия вакуумирования и удаление влаги из материала, а во второй камере при этом начинается стадия прогрева, за счет тепла, отведенного из первой камеры.

Конденсационное оборудование, установленное на установке по вакуумно-осциллирующей сушке, представляет собой две паровые холодильные компрессионные машины, испаритель и конденсатор которые помещены в камеры. Нагревательным элементом для кондуктивной сушки является конденсатор холодильной машины, который, конденсируя хладагент, отдает тепло окружающей среде – камере. Из рисунка можно увидеть, что для первой холодильной машины испаритель 4 помещен в нижнюю камеру 9, а конденсатор 7 помещен в верхнюю 1; для второй холодильной машины испаритель 4 помещен в верхнюю камеру 1, конденсатор 7 – в нижнюю 9.

Сушильный процесс производился при различных режимах давления: нагревом в вакууме, нагревом при атмосферном давлении, а также чередование нагрева и вакуума.

Из получившихся зависимостей можно сделать вывод, что при классической атмосферной кондуктивной и осциллирующих режимах сушки измельченной древесины (щепы) в камере влажность на 5-10 % выше, чем при методах пониженного давления. Нагрев проходит в стационарном пониженном давлении ($p_{\text{ост}}=30$ кПа) попеременно, то есть нагрев верхней и нижней камеры сменяется каждый час за цикл (4 часа). Это говорит о том, что при кондуктивном способе вакуумной сушки измельченной древесины наиболее эффективными являются стационарные режимы при пониженном давлении.

Полученные результаты обработки экспериментальных данных по опытно-исследовательским процессам сушки позволили расширить границы эксперимента для дальнейшего изучения режимов процесса и выбора экономичного и эффективного варианта работы при вакуумных режимах на сушильном оборудовании.

Библиографический список

1. Сафин Р.Р. Вакуумно-конвективная сушка: монография / Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, Е.Ю. Разумов. Казань: Казан. гос. технол. ун-т, 2009. 264 с.
2. Сафин Р.Р., Хасаншин Р.Р., Сафин Р.Г., Кайнов П.А. Новые подходы к совершенствованию вакуумно-конвективных технологий сушки древесины // Деревообрабатывающая промышленность. 2005. № 5. С. 16-19.
3. Установка для сушки древесины: Заявка № 2007111612/20(016616) Рос. Федерация от 14.03.2007 / Сафин Р.Р., Галяветдинов Н.Р., Хасаншин Р.Р. и др.

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ АППАРАТА ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ МАСЛА

*Неволин А.М., Плотников П.Н.
УрФУ, alexandr_nevolin@mail.ru*

Данная работа посвящена выравниваю поля скоростей воздуха на фронте трубного пучка теплообменника воздушного охлаждения.

В качестве объекта исследования был выбран аппарат воздушного охлаждения масла (АВОм) венгерского производства (рис. 1). Данный теплообменник широко используется для охлаждения масла-смазки газоперекачивающих агрегатов магистральных газопроводов.

Трубный пучок данного АВОм расположен горизонтально на всасывающей стороне вентиляторов. Охлаждаемое масло проходит внутри труб теплообменника, воздух просасывается снаружи через густое оребрение. Особенностью АВОм является поступление воздуха с боков теплообменника через систему жалюзи. Таким образом, перед входом в оребрение воздух совершает поворот на 90°, вследствие чего поток распределяется по фронту оребрения неравномерно, т.е. часть оребренной поверхности может работать неэффективно.